

## Development of Dolomite Crystals During Diagenesis in the Lower Jurassic Deposits in the AL-Querdaha Sheet

Dr. Ahlam Ibrahim\*

Rabea Mansour\*\*

(Received 10 / 3 / 2024. Accepted 10 / 7 / 2024)

### □ ABSTRACT □

This study was carried out in the northern part of the Qardaha area (Shatha village), located in the middle of the coastal chain in northwestern Syria, to determine the diagenetic stages in which the dolomitization occurred, in addition to the depth and temperatures of the diagenetic environments in which dolomite crystals were formed, given the importance of the dolomitization. And its role in understanding Diagenetic history in the area. stratigraphic sections were raised of the Lower Jurassic deposits there, 20 rock samples were collected from these deposits. And prepared to study them under a polarizing microscope, to determine their petrographic composition and morphology of dolomite crystals. The study showed the presence of several types of dolomite crystals formed at different diagenetic depths. The first type (I) is dolomicrite with a planar texture and subhedral crystals. The second type (II) is fine-crystalline dolomite with non-planar texture. The third type (III) is cemented dolomite with non-planar texture, the fourth type (IV) is composed rhombic flats of dolomite crystal, which include the tectonic uplift processes to which the area was exposed. The study also showed the presence of two types of stylolite formed as a result of compression of sediments during diagenesis: the first type is impermeable (closed). It separates dolomicrite from fine-crystalline dolomite. The second type is open and leads to the restriction of diagenetic reactions and the formation of cemented dolomite and micrite clay. It also revealed the presence of microscopic faults that affected the stylolite and led to an increase in the size of the dolomite crystals.

**Keywords:** Dolomitization, Diagenetic, Dolomicrite, Saddle Dolomite, Jurassic, AL-Querdaha Sheet

**Copyright**



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

\*Associate Professor, Department of geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*Postgraduate Student (Ph.D.), Department of geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. Rabeamansour@gmail.com

## تطور بلورات الدولوميت خلال الدياجينيز في توضعات الجوراسي الأدنى في رقعة القرداحة

د. أحلام إبراهيم\*

ربيع منصور\*\*

(تاريخ الإيداع 10 / 3 / 2024. قُبِلَ للنشر في 10 / 7 / 2024)

### □ ملخّص □

نفذت هذه الدراسة في الجزء الشمالي من رقعة القرداحة (قرية شطحة) الواقعة في وسط السلسلة الساحلية شمال غرب سوريا، بهدف تحديد المراحل الدياجينيزية التي حدثت فيها عملية الدلمتة، إضافة إلى عمق ودرجات حرارة بيئات الدياجينيز التي تشكلت فيها بلورات الدولوميت، وذلك نظراً لأهمية عملية الدلمتة ودورها في فهم التاريخ الدياجينيزي في المنطقة. لتحقيق أهداف البحث، تمّ رفع مقطع جيولوجي في توضعات الجوراسي الأدنى، وجمعت 50 عينات صخرية من هذه التوضعات. جهّزت 20 شريحة مجهرية لدراستها تحت المجهر الاستقطابي، وتحديد تركيبها البتروغرافي ومورفولوجية بلورات الدولوميت.

بيّنت الدراسة وجود أربعة أنواع من بلورات الدولوميت تشكلت على أعماق دياجينيزية مختلفة (النوع الأول دولوميكريت ذو نسيج مستوي، النوع الثاني دولوميت ناعم البلورات ذو نسيج غير مستوي، النوع الثالث دولوميت ملاطي ذو نسيج غير مستوي، النوع الرابع مسطحات معينة ذات نسيج مستوي)، كما بينت الدراسة أيضاً وجود نمطين من الستيلوليت المتشكل نتيجة انضغاط الرواسب خلال الدياجينيز: النمط الأول كتيم (مغلق) يفصل بين الدولوميكريت والدولوميكروسباريت، النمط الثاني مفتوح ويؤدي إلى تقييد التفاعلات الدياجينيزية وتشكيل الدولوميت الملاطي والغضار المكريتي، كما بينت أيضاً وجود فوالق مجهرية أثرت على الستيلوليت وأدت إلى زيادة حجم بلورات الدولوميت.

**الكلمات المفتاحية:** دلمتة، دياجينيز، دولوميكريت، دولوميت ملاطي، جوراسي، رقعة القرداحة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص 

CC BY-NC-SA 04

\*أستاذ مساعد- قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

\*\* طالب دكتوراه - قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية. Rabeamansour@gmail.com

**مقدمة:**

يعدّ الدولوميت واحداً من أهم الصخور الخازنة (للنفط والغاز) في العالم، حيث مصدر حوالي ثلث النفط والغاز من الصخور الكربوناتية، والتي يشكل الدولوميت نصفها تقريباً (Zenger *et al.*, 1980; Sun, 1995) والذي يتشكل نتيجة لعملية الدلمة التي تتضمن استبدال شوارد الكالسيوم في الكالسيت بشوارد المغنيزيوم من محاليل الدلمة (Morrow, 1982; Land, 1985; Machel & Mountjoy, 1986; Machel *et al.*, 1996) لصخور الكربونات غالباً بعد فترة قصيرة من توضع الرسوبيات ويمكن أن تكون مترامنة مع الترسيب لكنها تتطور خلال مراحل الدياجينيز المختلفة بدءاً من مرحلة الدفن الضحل وحتى العميق (Melim & Scholle, 2002) يمكن أن تحدث الدلمة في أي مرحلة من مراحل الدياجينيز وقد تشكل طوراً رئيساً من أطوار الدياجينيز أو طوراً ثانوياً وذلك تبعاً لشدتها وطول فترة حدوثها، تعدّ الخصائص البتروغرافية ومورفولوجية بلورات الدولوميت ذات أهمية عالية في فهم ودراسة تطور الدياجينيز في المنطقة وتحديد الخصائص الدياجينيزية التي تتضمن الضغط ودرجات الحرارة وتركيب السوائل. يعد الستيلوليت من أكثر الخصائص البتروغرافية شيوعاً في الصخور الكربوناتية (Ehrenberg *et al.*, 2016) وغالباً ما يشكل شبكات متداخلة ومعقدة (Ben-Itzhak *et al.*, 2014; Humphrey *et al.*, 2020)، وعادة ما يكون الستيلوليت عبارة عن أسطح انحلال خشنة ويتشكل خلال مرحلة الدفن نتيجة للضغط الناتج عن ثقل الرواسب (Merino, 1992; Koehn *et al.*, 2007; Toussaint *et al.*, 2018; Gomez-Rivas *et al.*, 2021) يمكن التعرف على الستيلوليت من خلال الأسطح المسننة داخل الكتل الصخرية، حيث تتركز الفلزات غير القابلة للذوبان (Park & Schot, 1968; Meng *et al.*, 2018) قد يشكل الستيلوليت حواجز تمنع تدفق السوائل الدياجينيزية وذلك أثناء نموها، إضافة لذلك يمكن أن يؤدي نموها إلى انخفاض في نفاذية الصخر، لأن المعادن المذابة يمكن أن تترسب في مكان قريب على شكل ملاط (Nelson, 1981; Finkel and Wikinson, 1990; Vandeginste and John, 2013). (Alsharhan and Saad, 2000; Fabricins and Borre, 2007; Vandeginste and John, 2013) ويمكن أن تشير مورفولوجية بلورات الدولوميت إلى درجات الحرارة التي تشكلت فيها خلال الدياجينيز. (حيث تتشكل البلورات ذات الحواف المستقيمة /نسيج مستوي/ في درجات حرارة منخفضة والبلورات ذات الحواف المنحنية /نسيج غير مستوي/ تتشكل في درجات حرارة مرتفعة (Gregg and Sibley, 1980)).

**أهمية البحث وأهدافه:**

تتجلى أهمية البحث في فهم التاريخ الدياجينيزي لصخور المنطقة المدروسة من خلال دراسة مظاهر الدلمة ودورها في تحديد درجات الحرارة والعمق الذي تشكلت فيه الصخور خلال الدياجينيز الذي تعرّضت له.

يهدف البحث إلى الآتي:

1. تحديد مراحل الدياجينيز التي حدثت فيها عملية الدلمة.
2. تحديد درجات الحرارة والعمق اللذين تشكلت فيهما بلورات الدولوميت.

طريقة العمل:

تم القيام بعدة جولات حقلية إلى منطقة الدراسة لاختيار الموقع المناسب، ثم رفع مقطع جيولوجي في توضعات

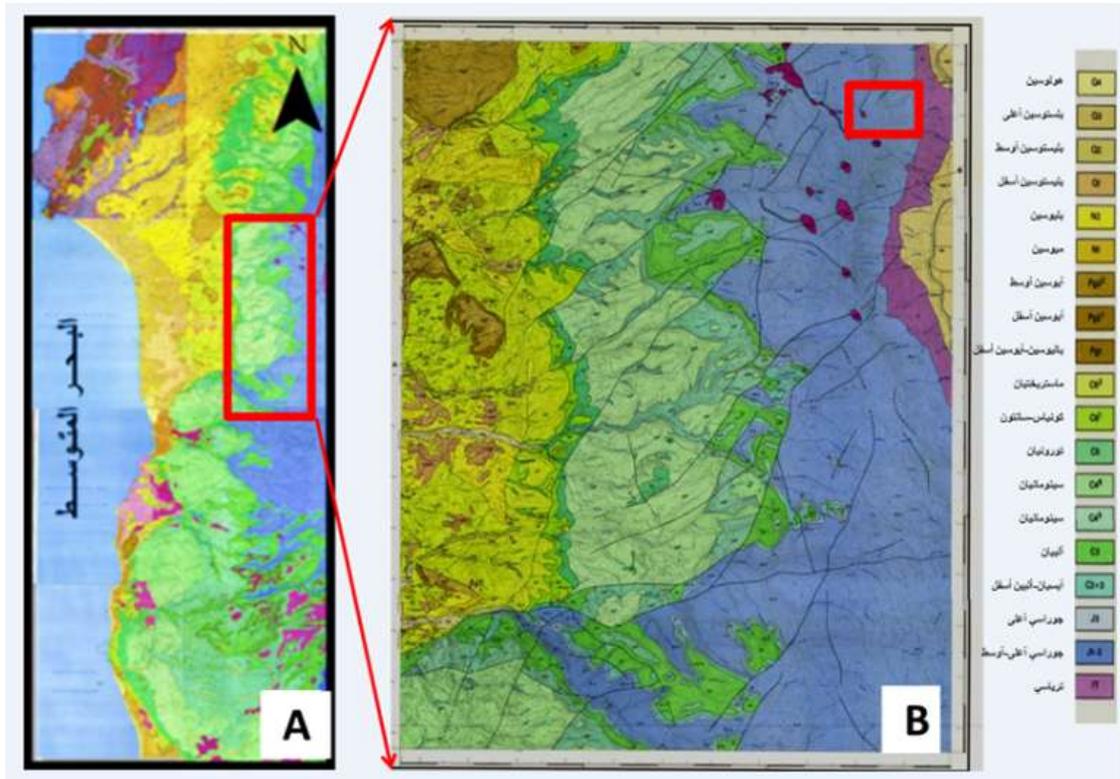
الجوراسي الأدنى، وأخذ عينات صخرية من هذه التوضعات. تم تحضير 20 شريحة مجهرية من هذه العينات باستخدام جهاز القطع الموجود في قسم الجيولوجيا في جامعة تشرين، بغية دراستها تحت المجهر الاستقطابي، وتحديد تركيبها البتروغرافي ومورفولوجية بلورات الدولوميت.

#### الإطار الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من رقعة القرداحة الواقعة وسط السلسلة الساحلية على بعد 30 km جنوب شرق مدينة اللاذقية ويحدها من الشمال رقعة الحفة ومن الجنوب رقعة القدموس ومن الشرق سهل الغاب ومن الغرب السهل الساحلي السوري (Rosky, 1978) (الشكل 1)

من الناحية الستراتغرافية، يتكشف الجوراسي بشكل واسع في السلسلة الساحلية وتكون توضعاته كربونانية بشكل عام (صخور كلسية ودولوميتية)، وتم تقسيمه إلى خمس تشكيلات نموذجية هي: 1- الطريز، 2- العيون، 3- المشتى، 4- وادي العيون، 5- الناصرة (Mouty, 1997).

يتمثل التطور الباليوجغرافي للمنطقة خلال الجوراسي بأنها كانت عبارة عن حوض بحري يزداد عمقاً باتجاه الجنوب (Mouty, 1997).

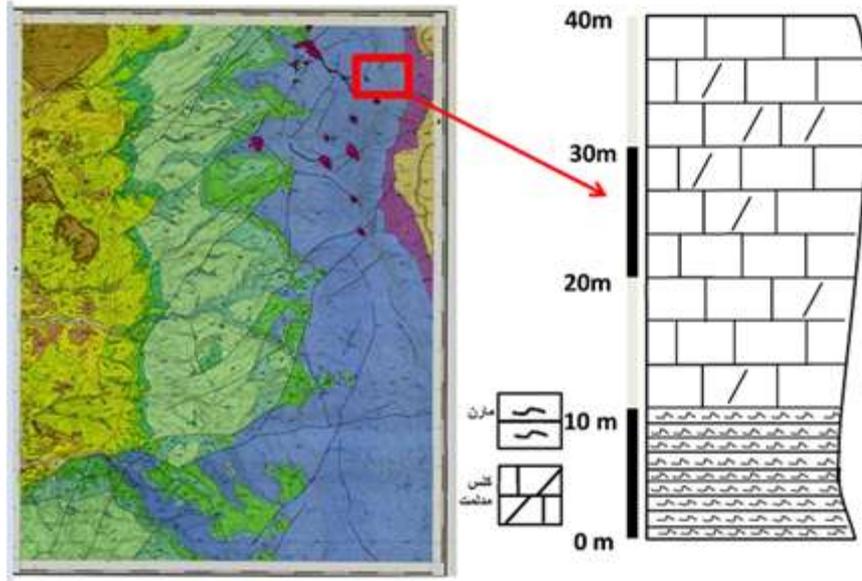


الشكل (1) A- الخارطة الجيولوجية للسلسلة الساحلية بمقياس 1/50000 (Rosky et al., 1978 a؛ Rosky et al., 1978 b)؛ B- الخارطة الجيولوجية لرقعة القرداحة بمقياس 1/50000 ممثلاً عليها منطقة الدراسة (Rosky et al., 1978 b).

#### النتائج والمناقشة:

العمل الحقلية:

تم رفع مقطع جيولوجي في الصخور العائدة للجوراسي الأدنى بسماكة 40 م، يقع المقطع بين الإحداثيات التالية:  
 $N 35^{\circ} 29' 14.7''$   $N 35^{\circ} 28' 51.51''$   
 $E 36^{\circ} 13' 52.72''$   $E 36^{\circ} 13' 51.21''$   
 ورسم عمود جيولوجي لهذا المقطع (الشكل 2).



الشكل (2) الخريطة الجيولوجية لرقعة القرداحة ممثل عليها عمود جيولوجي لتوضعات الجوراسي الأدنى بمقياس 10000/1

يبدأ المقطع بسويات مارنية طرية وذات لون فاتح بسماكة 10م تشكل قاعدة الجوراسي في المنطقة (الشكل 3)، يعلوها تطبيقات مترية من الحجر الكلسي المدلمت ذو لون رمادي فاتح وقساوته عالية نسبياً بسماكة 30 م (الشكل 4).

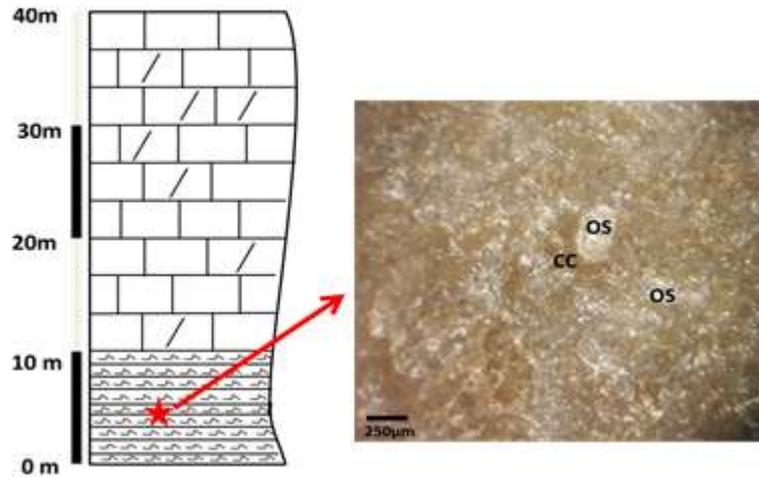


الشكل (3) سويات مارنية ضمن للجوراسي الأدنى في قرية شطحة توضعات الجوراسي الأدنى في قرية شطحة  
 الشكل(4) تطبيقات من الحجر الكلسي المدلمت عائدة للجوراسي الأدنى في قرية شطحة

العمل المخبري:

السويات المارنية:

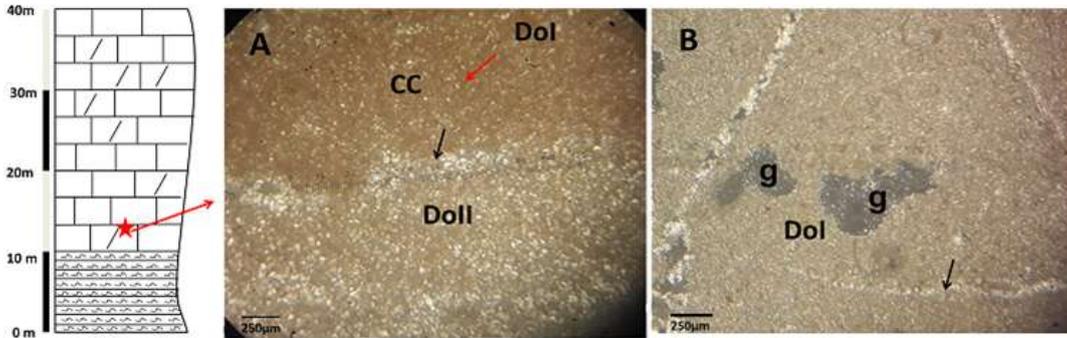
بينت الدراسة المجهرية للعينات المأخوذة من هذا الجزء انخفاض كبير في عملية الدلمتة بسبب كثافة الملاط الغضاري الذي يعيق عملية الدلمتة وتكون غنية بقواقع الأوستراكودا التي تشير إلى بيئة ترسيب (الشكل 5).



الشكل (5) صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي لعينة مأخوذة من السويات المارنية تظهر فيها قواقع الأوستراكودا (OS) ضمن ملاط غضاري (CC).

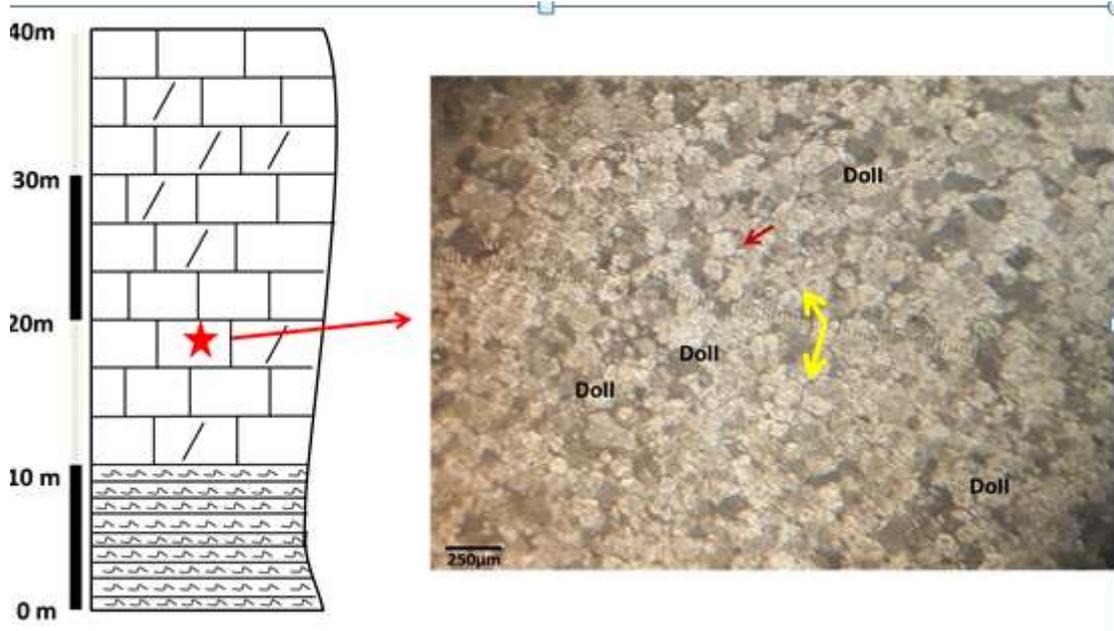
#### الجزء المدلمت:

بينت الدراسة المجهرية للعينات المأخوذة من هذا الجزء وجود عدة أنماط من الدولوميت تشكلت خلال مراحل دياجينيزية مختلفة: النمط (I): عبارة عن دولوميت خفي التبلور ذو نسيج مستوي ووجوه بلورية تحت مكتملة (Suphedral) تتراوح أحجام بلوراته من 2-10 ميكرون ويصنف كدولوميت أرضية (Matrix dolomite) ويحافظ جزئياً على النسيج الأصلي للصخر حيث يكون الملاط الغضاري موجود وغير مزال بعملية الدلمتة تشكل هذا النمط في مراحل الدياجينيز المبكرة قبل مرحلة دفن الرواسب لأن بلوراته متأثرة بالسيتوليت ضعيف السعة المتشكل نتيجة للانضغاط الأولي للرواسب (الشكل 6).



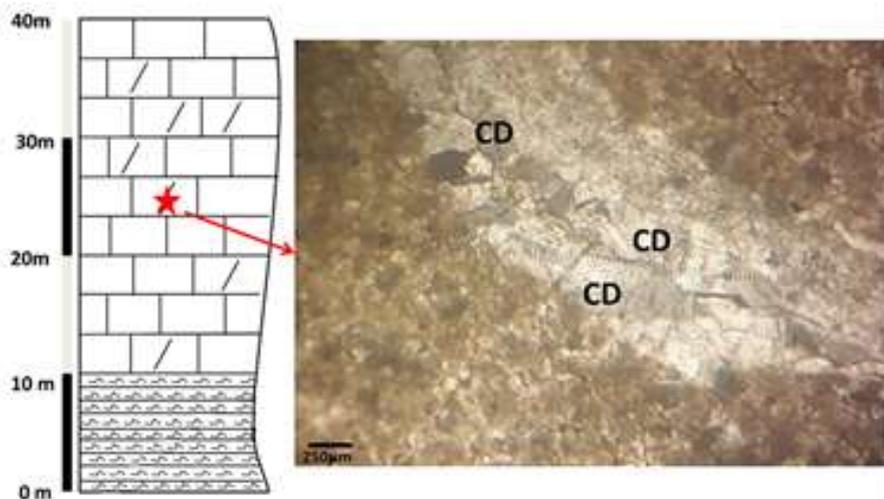
الشكل (6) A- صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها ملاط غضاري (CC) يشير إلى النسيج الأصلي للصخر ويحوي على بلورات دولوميت النمط الأول (Dol) كما يلاحظ أيضاً وجود سيتوليت عالي السعة (السهم الأسود) يفصل بين نمطي الدولوميت الأول والثاني (Dol, Dol1) على الترتيب B- صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها النمط الأول من الدولوميت (Dol) مقطوعاً بالسيتوليت ضعيف السعة (السهم الأسود)، ويلاحظ أيضاً فجوات انحلال (g) حاوية على بلورات من الدولوميت تتبع النمط A.

النمط (II): عبارة عن دولوميت ناعم البلورات ذو نسيج غير مستوي ووجوه بلورية غير مكتملة (Anhedral) تتراوح أحجام بلوراته من 50-100 ميكرون تكون بلورات هذا النمط ذات نوى قاتمة وحواف واضحة، يصنف كدولوميت أرضية ولا يحافظ على النسيج الأصلي للصخر تشكل هذا النمط من إعادة التبلور التي طرأت على بلورات الدولوميت في دياجينيز الدفن متوسط العمق والشدة في درجات حرارة أكبر من 60 درجة مئوية، كما هو ملاحظ من (الشكل 7).



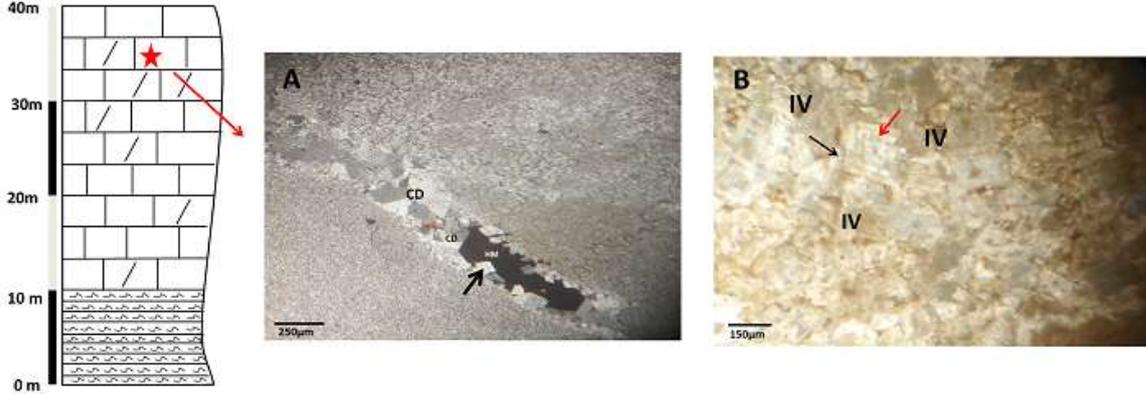
الشكل (7) صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها النمط الثاني من بلورات الدولوميت (Doll) وتكون الاتصالات بين هذه البلورات متعرجة (الأسهم الصفراء) كما يلاحظ أيضاً وجود مسامية بين بلورية (السهم الأحمر).

النمط (III): عبارة عن دولوميت خشن التبلور تتراوح أحجام بلوراته من 100-200 ميكرون ذو نسيج غير مستوي ووجه بلورية غير مكتملة تكون البلورات في هذا النمط على شكل سروج ويسمى (Cementdolomite)، يصنف هذا النمط كدولوميت ملاطي اعتماداً على مورفولوجية بلورات الدولوميت ولا يحافظ على النسيج الأصلي للصخر تكون بلورات هذا النمط مائلة للعروق والفجوات وتتشكل في درجات حرارة أكبر من 80 درجة مئوية في مرحلة ديابازيز الدفن العميق (الشكل 8).



الشكل (8) صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها ملاط الدولوميت (CD).

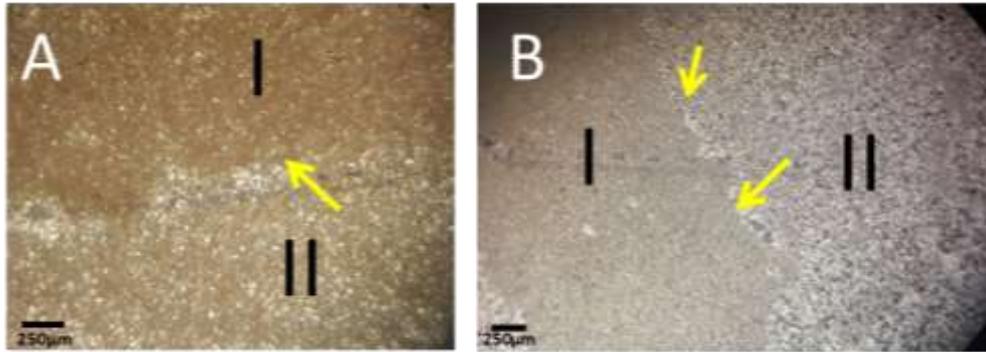
النمط IV: عبارة عن مسطحات معينة من الدولوميت ذات نسيج مستوي ووجوه بلورية مكتملة (Euhedral) تصل حجمها إلى 150 ميكرون تتشكل في درجات حرارة منخفضة، تشكل هذا النمط في مراحل الدياجينيز المتأخرة جداً التي تتضمن عمليات الرفع التكتونية التي تعرضت لها المنطقة، وتكون بلورات هذا النمط متوضعة فوق دولوميت الملاط (الشكل 9,A) ويلاحظ أيضاً وجود نطاقات من الكالسيت حول بلورات الدولوميت مما يشير إلى تخفيف سائل الدلمة المتغلغلة ضمن الطبقات الصخرية بمياه بحرية عادية (الشكل 9,B).



الشكل (9) : A- صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها بلورة دولوميت من النمط IV (السهم الأسود) متوضعة فوق الهيماتيت (HM) المغطي لملاط الدولوميت (CD) -B صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي يظهر فيها نطاقات كالسيتية (السهم الأحمر) ضمن بلورة الدولوميت من النمط IV.

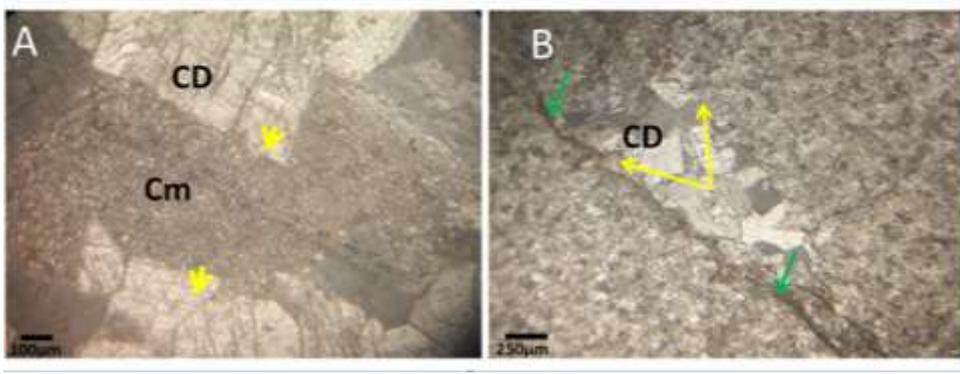
تبين أيضاً وجود نمطين من الستيلوليت في الجزء المدلمت:

(a) النمط الأول: مملوء بمادة كثيفة ويشكل حواجز تمنع من مرور سائل الدلمة ويفصل بين بلورات الدولوميت من النمط I وبلورات الدولوميت من النمط II (الشكل 10).

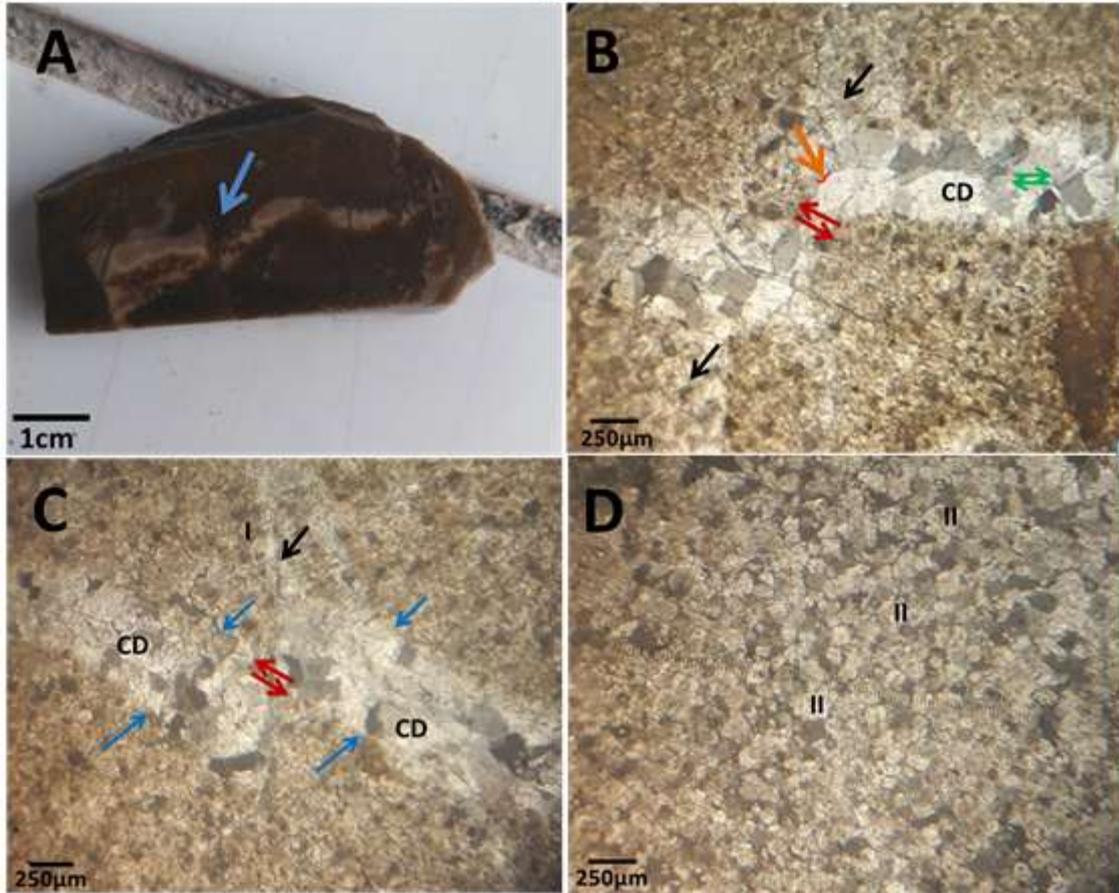


الشكل (10): A صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي مع محلل يظهر فيها النمط الأول من الستيلوليت (السهم الصفراء)، يفصل الستيلوليت بين بلورات الدولوميت من النمط I وبلورات الدولوميت من النمط II، B صورة مجهرية للستيلوليت تحت المجهر الاستقطابي بدون محلل.

● النمط الثاني: يكون الستيلوليت في هذا النمط مفتوح وتكون جدران الستيلوليت في هذا النمط مملوءة بمادة عضوية كثيفة أدت إلى تقييد التفاعلات الدياجينيزية وتشكيل دولوميت سرجي (دولوميت ملاطي) في بعض الشرائح وترسيب مكربيت غضاري في شرائح أخرى (الشكل 11).



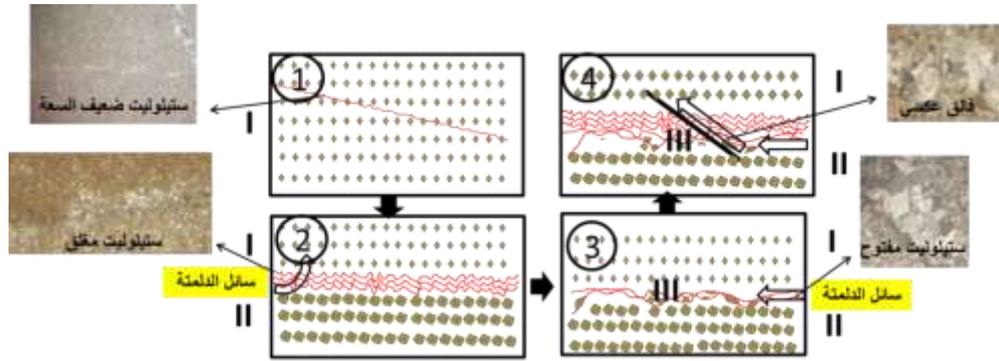
الشكل (11): صورة مجهرية يظهر فيها النمط الثاني من الستيلوليت (الأسهم الصفراء) A يلاحظ وجود غُضار ميكريتي (Cm) ضمن الستيلوليت B يلاحظ وجود دولوميت ملاطي (CD) ضمن الستيلوليت ويلاحظ أيضاً أن الستيلوليت مملوء بمادة عضوية كثيمة (الأسهم الخضراء). كما أوضحت الدراسة المجهرية تعرض بعض بلورات الدولوميت من النمط I والنمط II إلى إعادة تبلور أدت إلى زيادة في حجمها والسبب في ذلك وجود فوالق مجهرية قاطعة للستيلوليت ساهمت في مرور سائل الدلمتة وأثرت الفوالق أيضاً على دولوميت الملاط (الشكل 12).



الشكل (12) A صورة مجهرية لعينة يدوية توضح تأثير الفالق العكسي (السهم الأزرق) على أحد عروق الانحلال B صورة مجهرية توضح تأثير الفالق العكسي (الأسهم الحمراء) على ملاط الدولوميت (السهم البرتقالي) كما يلاحظ إعادة تبلور واسعة النطاق على طول مرآة الفالق (السهم الأسود) أدت إلى زيادة في حجم البلورات من النمط I و يلاحظ أيضاً حركة إزاحة يمينية على طول الستيلوليت (الأسهم الخضراء)، C صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي توضح تأثير الفالق العكسي على الستيلوليت من النمط المفتوح (الأسهم الزرقاء)، D صورة مجهرية تحت المجهر الاستقطابي تظهر تعرض بلورات الدولوميت من النمط II إلى إعادة تبلور أدت إلى زيادة في حجمها.

## دور الستيلوليت والفوالق في عملية الدلمتة خلال الدياجينيز:

تبين من خلال الملاحظات الحقلية والمخبرية للعينات الصخرية المأخوذة من الجزء المدلمت في منطقة الدراسة وجود الستيلوليت بشكل موازي للتطبيق مما يشير إلى أنه تشكل خلال الانضغاط العمودي للرواسب (ثقل الرواسب) بدأ الستيلوليت بالتشكل بعد فترة وجيزة من انضغاط الرواسب وأثر على بلورات الدولوميت من النمط I المتشكلة خلال دياجينيز الدفن الضحل وتطور خلال دياجينيز الدفن المتوسط والعميق ولعب دوراً هاماً في عملية الدلمتة، الستيلوليت المغلق عمل كحواجز منعت من مرور سائل الدلمتة إلى النمط I وتشكل هذا النمط من الستيلوليت خلال دياجينيز الدفن المتوسط أما النمط المفتوح من الستيلوليت عمل على تقييد التفاعلات الدياجينيزية وأدى إلى ترسيب دولوميت الملائم مما يدل على أنه تشكل خلال دياجينيز الدفن العميق، تأثر بعد ذلك كلا النمطين من الستيلوليت بفوالق أدت إلى مرور سائل الدلمتة وأحدثت إعادة تبلور واسعة النطاق لبلورات الدولوميت من النمطين I, II على الترتيب (الشكل 13).



الشكل (13) مخطط يوضح تطور الستيلوليت خلال الدياجينيز I- يظهر الستيلوليت ضعيف السعة خلال دياجينيز الدفن الضحل ويكون قاطع للدولوميت (I) المتشكل في هذه المرحلة، 2- يتطور النمط المغلق من الستيلوليت خلال دياجينيز الدفن المتوسط ويشكل حواجز تمنع مرور سائل الدلمتة يفصل هذا النمط من الستيلوليت بين الدولوميت والدولوميتوسباريت (II) ، 3- يظهر النمط المفتوح من الستيلوليت في دياجينيز الدفن العميق ويؤدي إلى تشكيل دولوميت الملائم (III) ، 4- يزداد حجم بلورات الدولوميت (I) بسبب إعادة التبلور الناتجة عن تدفق سائل الدلمتة مرآة الفالق العكسي للقاطع للستيلوليت.

## الاستنتاجات والتوصيات:

تم التوصل إلى النتائج الآتية:

- 1- يوجد أربعة أنماط من بلورات الدولوميت، تشكلت في درجات حرارة وبيئات دياجينيزية مختلفة.
  - 2- تم تحديد أربعة مراحل دياجينيزية في المنطقة: مرحلة الدفن الضحل- مرحلة الدفن المتوسط- مرحلة الدفن العميق- مرحلة النهوض التكتوني للمنطقة.
  - 3- تم تحديد نمطين من الستيلوليت: النمط الأول يفصل بين بلورات الدولوميت وبلورات الدولوميتوسباريت- النمط الثاني عمل على تقييد التفاعلات الدياجينيزية وترسيب ملاط الدولوميت إضافة إلى ترسيب المكريت الغضاري.
  - 4- تلعب الفوالق العكسية دوراً هاماً في عملية الدلمتة، تتدفق السوائل المدلمتة عبر مرآة الفالق وتؤدي إلى إعادة تبلور الدولوميت والدولوميت ناعم البلورات ويؤدي ذلك إلى زيادة في أحجام البلورات.
- يوصى باستكمال دراسة الستيلوليت والفوالق المجهرية في السلسلة الساحلية لما لها من دور هام في عملية الدلمتة ولتقديم معلومات شاملة عن تاريخ تطور الدياجينيز في المنطقة.

**References:**

- AGMEAN, J., KHATOUN, A. *Geological map of Latakia Sheet of 1/50000*. Damascus. General corporation for geology and mineral resources. 1999.
- ALSHARHAN A., SADD J.L. *Stylolites in Lower Cretaceous carbonate reservoirs*, U.A.E. Society for Sedimentary Geology Special Publication, 69, 2000, 185-207. DOI: 10.2110/pec.00.69.0185
- BEN-ITZHAK, L., AHARONOV, E., TOUSSAINT, R., SAGY, A. *Upper bound on stylolite roughness as indicator for amount of dissolution*. Earth and Planetary Science Letters, 2012, 337–338, 186196. DOI: 10.1016/j.epsl.2012.05.026
- EHRENBERG, S.N., MORAD, S., YAXIN, L., CHEN, R. *Stylolites and porosity in a Lower Cretaceous limestone reservoir, onshore Abu Dhabi, UAE*. Journal of Sedimentary Research, 86(10), 2016. 1228-1247. DOI: 10.2110/jsr.2016.68
- FABRICIUS I.L., BORRE M.K. *Stylolites, porosity, depositional texture, and silicates in chalk facies sediments. Ontong Java Plateau: Gorm and Tyra fields, North Sea*. Sedimentology, 54, 2007, 183-205. DOI: 10.1111/j.1365-3091.2006.00828.x
- FINKEL E.A., WILKINSON B.H. *Stylolitization as source of cement in Mississippian Salem Limestone, west-central Indiana*. AAPG Bulletin, 74, 1990, 174–186. DOI: 10.1306/0C9B22951710-11D7-8645000102C1865D
- GOMEZ-RIVAS E., BONNS P. *Stylolite and stylolite networks as primary controls on the geometry and distribution of carbonate diagenetic alterations*. Earth ArXiv, 2021, 1-31. <http://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105444>.
- GREGG, J. M.; SIBLEY, D.F. *Epigenetic Dolomitization and the origin of xenotopic dolomite texture*. Journal of sedimentary Petrology. 54, 1984, 908-931.
- HUMPHREY, E., GOMEZ-RIVAS, E., NEILSON, J., MARTÍN-MARTÍN, J.D., HEALY, D., YAO S., BONNS, P.D. *Quantitative analysis of stylolite networks in different platform carbonate facies*. Marine and Petroleum Geology, 114, 2020, 104203. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2019.104203.
- KOEHN, D., RENARD, F., TOUSSAINT, R., PASSCHIER, C.W. *Growth of stylolite teeth pattern depending on normal stress and finite compaction*. Earth and Planetary Science Letters, 257, 2007, 582–595. DOI: 10.1016/j.epsl.2007.03.015.
- LAND, L. S. *The origin of massive dolomite*. Journal of Geological Education. 33, 1985, 112125.
- MACHEL, H.G., MOUNTJOY, E.W. *Chemistry and environments of Dolomitization a reappraisal*. Earth Science Reviews. 23, 1986, 175-222.
- MACHEL, H. G. *Recrystallization versus neomorphism, and the concept of 'significant recrystallization' in dolomite research*. Sedimentary Geology, **113**, 1997, 161-168.
- MELIM, L. A., SCHOLLE, P. A. *Dolomitization of the capitan formation Forereef facies (Permian, West Texas and New Mexico; Seepage reflux revisited)*. Sedimentology. **49**. 2002, 12071227. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2002.00429.x>.
- MENG, Q., HOOKER, J., CARTWRIGHT, J. *Displacive widening of fibrous calcite veins: insights into force of crystallization*. Journal of Sedimentary Research **88**, 2018, 327–43.
- MERINO, E. *Self-organization in stylolites*. American Scientist, **80**, 466, 1992.
- MORROW, D. W. *Diagenesis 1. Dolomite –part1: the chemistry of dolomitization and dolomite precipitation*. Goscience Canada. **9** (2), 1982, 5-13.
- NELSON, R.A. *Significance of fracture sets associated with stylolite zones*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **65**, 1981, 2417-2425. DOI:

10.1306/03B599AE16D1-11D7-8645000102C1865D.

PARK, W. C., SCHOT, E. H. *Stylolites: their nature and origin*. Journal of Sedimentary Research **38**, 17591, 1968.

ROSKY, R., SHLSH, G., YOUSEF, S., MOUTY, M., NASRY, S., ALOUSH, B., JAMIL, N., BALBAKY, M. *Geological map of the AL\_Querdaha sheet of 1/50000*. Damascus. General corporation for geology and mineral resources. 1978 b.

ROSKY, R., LAVEL, B., MOUTY, M., SHLSH, G., YOUSEF, S. *Geological map of Jablah Sheet of 1/50000*. Damascus. General corporation for geology and mineral resources. 1978a.

SUN, S. *dolomite reservoirs: Porosity evolution and reservoir characteristics*. AAPG Bull. **79**. 1995, 186-204.

TOUSSAINT, R., AHARONOV, E., KOEHN, D., GRATIER, J.P., EBNER, M., BAUD, P., ROLLAND, A., RENARD, F. *Stylolites: a review*. *Journal of Structural Geology*. DOI: 10.1016/j.jsg.2018.05.003. 2018.

VANDEGINSTE, V., JOHN, C.M. *Diagenetic implications of stylolitization in pelagic carbonates, Canterbury Basin, offshore New Zealand*. Journal of Sedimentary Research, **83**(3), 2013, 226-240. DOI: 10.2110/jsr.2013.18

ZENGER, D. H., DUNHAM, J. B., ETTHINGTON, R. L. *Concept and models of dolomitization: based on a symposium sponsored by the society of economic paleontologists and mineralogists*. Tulsa: Soc. **28**. 1980., 197-198.